

537492

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2004 年 6 月 17 日 (17.06.2004)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2004/051676 A1

- (51) 国際特許分類: H01C 7/10
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/015448
- (22) 国際出願日: 2003 年 12 月 2 日 (02.12.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2002-350574 2002 年 12 月 3 日 (03.12.2002) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 独立行政法人物質・材料研究機構 (NATIONAL INSTITUTE FOR MATERIALS SCIENCE) [JP/JP]; 〒305-0047 茨城県つくば市千現1丁目2番1号 Ibaraki (JP).

(OHASHI, Naoki) [JP/JP]; 〒305-0047 茨城県つくば市千現1丁目2番1号 独立行政法人物質・材料研究機構内 Ibaraki (JP). 羽田 肇 (HANEDA, Hajime) [JP/JP]; 〒305-0047 茨城県つくば市千現1丁目2番1号 独立行政法人物質・材料研究機構内 Ibaraki (JP). 坂口 勲 (SAKAGUCHI, Isao) [JP/JP]; 〒305-0047 茨城県つくば市千現1丁目2番1号 独立行政法人物質・材料研究機構内 Ibaraki (JP). 大垣 武 (OHGAKI, Takeshi) [JP/JP]; 〒305-0047 茨城県つくば市千現1丁目2番1号 独立行政法人物質・材料研究機構内 Ibaraki (JP). 片岡 研 (KATAOKA, Ken) [JP/JP]; 〒305-0047 茨城県つくば市千現1丁目2番1号 独立行政法人物質・材料研究機構内 Ibaraki (JP).

(74) 代理人: 西 義之 (NISHI, Yoshiyuki); 〒235-0036 神奈川県横浜市磯子区中原4-26-3 2-2 11 西特許事務所 Kanagawa (JP).

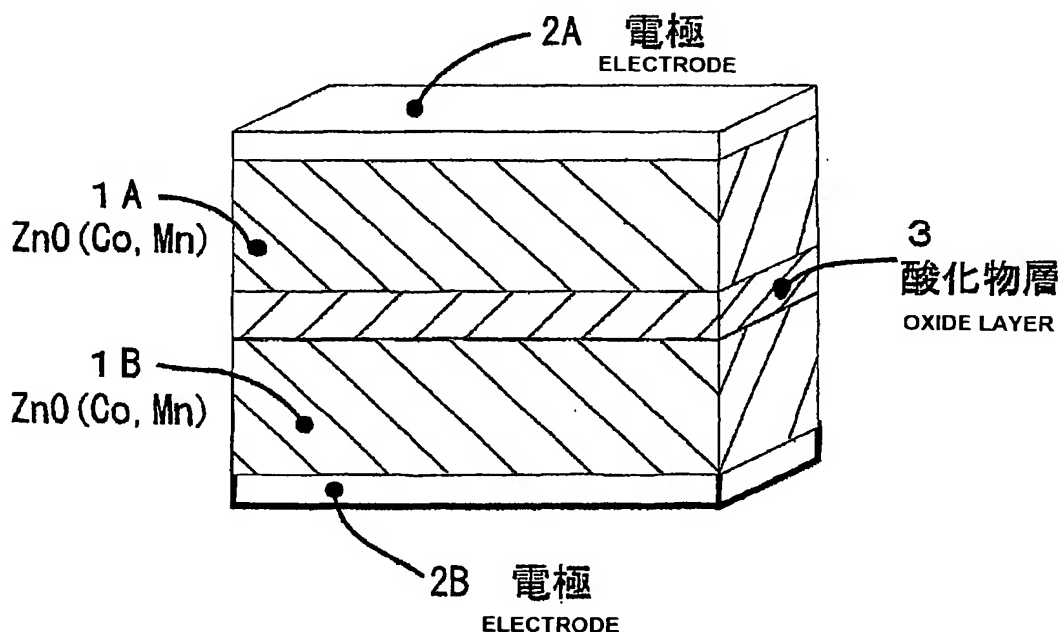
(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 大橋 直樹 (81) 指定国 (国内): KR, US.

[続葉有]

(54) Title: ZINC OXIDE RESISTOR AND ITS MANUFACTURING METHOD

(54) 発明の名称: 酸化亜鉛抵抗体及びその製造法



(57) Abstract: The structure of a zinc oxide resistor having an oxide glass layer containing bismuth and boron between zinc oxide grains, a glass layer needed to produce the zinc oxide resistor, and a method for producing the resistor are disclosed. The oxide glass layer formed between zinc oxide grains varies the electrical properties between grains, realizing a high resistance and a non-ohmicity of the resistance to voltage. The non-ohmicity can be applied to, particularly, a non-ohmic element adapted to low voltage. Unlike the conventional techniques, an oxide glass layer is present between zinc oxide grains, and hence the mechanical bonding strength of the element is improved.

[続葉有]

WO 2004/051676 A1



(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(57) 要約: 酸化亜鉛粒子間にビスマスと硼素を含む酸化物ガラス層を有する酸化亜鉛抵抗体の構造とこれを製造するために必要なガラス層と抵抗体の形成法を提供する。酸化亜鉛粒子間に存在する酸化物ガラス層により、粒子間の電気的性質を変化させ、高抵抗化、さらにその抵抗値の電圧に対する非オーム性を実現する。この非オーム性は、特に、低電圧対応の非オーム素子に応用可能である。また、従来技術と異なり、酸化亜鉛粒子間に酸化物ガラス層を介在させることによって、素子の機械的接合強度を改善する。

## 明 細 書

## 1 酸化亜鉛抵抗体及びその製造法

## 技術分野

本発明は、酸化亜鉛抵抗体、特に、回路をサージ電圧から保護するためのバリスタ素子の構造及びその製造法に関する。

## 背景技術

## 1. 一般的な酸化亜鉛バリスタ

一般的に、酸化亜鉛バリスタは多結晶の酸化亜鉛磁器として提供される。すなわち、酸化亜鉛粉末、遷移金属酸化物粉末、ビスマス酸化物粉末等を混合し、高温で焼成することによって遷移金属が固溶した酸化亜鉛粒子の間に、ビスマス酸化物等が偏析した構造を有する多結晶体として製造されてきた（例えば、非特許文献1）。

酸化亜鉛磁器に適切な添加物を加えることによって、酸化亜鉛磁器内における個々の粒界が約3ボルトの立ち上がり電圧をもつ非線形な電流電圧特性を示す（例えば、非特許文献2）。そのため、バリスタ特性のうちの立ち上がり電圧は、一般に、粒界数で規定され、第7図に示すように、バリスタ素子の端面に付与された電極2A、2Bの間に存在する酸化亜鉛(ZnO)粒子1の粒界数と各粒界が持つ非線形電流・電圧特性における立ち上がり電圧の積によってそのバリスタ素子全体としての素子としての立ち上がり電圧が規定される。したがって、酸化亜

1 鉛磁器中の酸化亜鉛粒子 1 の粒径がバリスタ特性に対して本質的な寄与をしている。

磁器における粒径は添加物、焼成温度などによって支配され、また、一般には、統計的な分布をもっており、磁器の中に存在する粒子数または個々の粒子の粒径  
5 を既定値に収めることは容易ではない。したがって、酸化亜鉛バリスタ素子を焼成プロセスで作製するにあたり、特に、低電圧仕様のバリスタを作製するためには、単に磁器を焼成するという以外の技術が必要となる。例えば、30 キロボルトの立ち上がり電圧を持つバリスタ素子では、3 ボルトの立ち上がり電圧を持つ粒界が 1 万個必要となる。逆に、6 ボルトの立ち上がり電圧を持つバリスタは、  
10 立ち上がり電圧 3 ボルトの粒界を 2 個、すなわち粒子を 3 個だけ含む磁器と言うことになる。すなわち、低電圧で立ち上がるバリスタを作製するには、粒界数の少ない磁器を作成するための何らかの工夫が必要となる。

## 2. 積層バリスタ

粒界数が少ない、すなわち、低電圧の立ち上がり電圧を持つバリスタを作製するための技術として、積層化がある（例えば、特許文献 1）。これは、磁器を焼  
15 成する際の成型体をシート状の成型体とし、第 8 図（A）に示すように、金属電極層と酸化亜鉛磁器層を交互に積層させることで実現されるものである。この金属層を介在させることによって、酸化亜鉛粒子同士の接触を妨げ、粒界数を減らすことで立ち上がり電圧の低いバリスタを実現する手法である。

20 しかし、第 8 図（B）の拡大図に示すように、ZnO 粒子 1 の粒界 1 と粒界 2 は電流と直交する方向にあり、これらは、バリスタ特性に寄与するが、粒界 3 は電流と平行しており、バリスタ特性向上という視点では、不要な粒界と考えられる。

さらに、電流パス P 1 では 3 個、電流パス P 2 では 4 個の粒界を横切って電流が運ばれることになり、それぞれのパスにおいて、バリスタ立ち上がり電圧が異なる。したがって、バリスタ動作の低電圧化を図るには、より厳密な粒界数の制御が必要となる。

### 3. 単一粒界バリスタ

酸化亜鉛バリスタの粒界は、適当な添加物が与えられた際には、3 ボルトの立ち上がり電圧を持つことが知られているため、単一粒界のバリスタを作製し、それを直列接続することで、3 ボルトの整数倍の任意の立ち上がり電圧を持つ低電圧バリスタの製造が可能となる。

ビスマスを含む酸化物結晶相を酸化亜鉛単結晶の間に介在させることによって、単一粒界のバリスタを試作したものが報告されている（非特許文献 3）。この方法によって高い非線形性をもった電流電圧特性が実現されている。しかし、ここでは、粒子間に介在している粒界層は結晶化しており、対向する酸化亜鉛単結晶同志の接合強度という点で問題が残される。後に、比較例で示すとおり、非特許文献 3 に示される様に、結晶性の粒界層を利用した方法で製造された単一粒界バリスタは、その機械的な接合強度に問題が残される。

一方、単一粒界バリスタで、粒界に結晶相を介在させず、基本的に酸化亜鉛単結晶同志を接合して単一粒界素子を得たものが報告されている（非特許文献 4, 5）。非特許文献 4 では、ある程度の機械的強度は実現されているが、粒界層を介在させない場合、バリスタ素子としての性能に劣っており、バリスタ特性の性能の指標である  $\alpha$  値において 10 にも満たない特性が得られている。非特許文献 5 においても、粒界層を介在させていないため、良好なバリスタ特性は実現され

1 ていない。しかし、非特許文献4においては、有用な示唆が成されており、マン  
ガンとコバルトを固溶させた酸化亜鉛単結晶を接合することによって、非線形な  
電流電圧特性が実現されたのに対して、それらを添加していない単結晶を接合し  
た場合には、非線形な電流電圧特性が実現されていない。

5 [特許文献1] 特開平10-270214号公報

[非特許文献1] M. Matsuoka, Jpn. J. Appl. Phys. 10, 736-746(1971)

[非特許文献2] "Evaluation of Single Grain Boundaries In ZnO: Rare-Eart  
h Varistor by Micro-Electrodes" S. Tanaka, K. Takahashi; "Key Engineering  
Materials Series, Vol.157-158, CSJ Series Vol.1, (Electroc ceramics in Jap  
anI)", p241(1998), (Trans Tech Publications, Switzerland)

1 0 [非特許文献3] "MODEL EXPERIMENTS DESCRIBING THE MICROCONTACT OF ZNO VA  
RISTORS", SCHWINGU, HOFFMANN B, JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, 57 (12): 537  
2-5379 (1985)

[非特許文献4] "Synthesis of ZnO bicrystals doped with Co or Mn and the  
1 5 ir electrical properties" Ohashi N, Terada Y, Ohgaki T, Tanaka S, Tsurumi T,  
Fukunaga O, Haneda H, Tanaka J, JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS PART 1-  
REGULAR PAPERS SHORT NOTES & REVIEW PAPERS, 38 (9A): 5028-5032, SEP (1999)

[非特許文献5] "Current-voltage characteristics across [0001] twist bou  
ndaries in zinc oxide bicrystals" Sato Y, Oba F, Yamamoto T, Ikuhara Y, Saku  
2 0 ma T, JOURNAL OF THE AMERICAN CERAMIC SOCIETY, 85 (8): 2142-2144, AUG  
(2002)

## 1 発明の開示

(発明が解決しようとする課題)

本発明の課題は、単一粒界バリスタ素子、すなわち、酸化亜鉛単結晶同志を接合して得られる人工粒界を利用したバリスタ特性を示す酸化亜鉛抵抗体を得ることである。これに際して、酸化亜鉛バリスタの性能指標である $\alpha$ 値が一般的に製造されている多結晶のバリスタ素子と同様の20程度またはそれ以上の値を少なくとも実現し、かつ、接合して得られた人工粒界の接合強度が強く、使用中に接合がはがれることの無いバリスタ素子の構造を決定し、これを製造することである。

## 10 (課題を解決するための手段)

本発明は、対向するコバルト及びマンガンを固溶した酸化亜鉛単結晶と、その間に介在するビスマス・硼素を主成分とする酸化物界面層を形成するガラスを含む構造体によってバリスタ特性を実現した酸化亜鉛抵抗体を提供する。

本発明は、酸化亜鉛焼結体において実現されてきた酸化亜鉛バリスタ特性を、  
15 対向する単結晶と、酸化物界面層を形成するガラス層との積層によって実現するための構造と製造法を提供するものであり、これまでの多結晶体からなるバリスタと異なり、対向する単結晶の接合という技術を応用することにより、抵抗体の制御性をより高めることを可能にし、設計した機能を有するバリスタを得ることができる。

20 本発明の課題の解決には、以下に示すいくつかの技術を利用する。

### A. コバルトとマンガンを含む酸化亜鉛単結晶の利用

酸化亜鉛単結晶に対してコバルト及びマンガンを固溶させた状態で当該単結晶

- 1 同志を接合した接合体を形成することによって、酸化亜鉛単結晶を接合した抵抗体に非線形な電流電圧特性を付与する。

B. 酸化ビスマスを含む粒界層の存在

- 5 酸化亜鉛単結晶同志を単に接合させるのではなく、その接合界面に酸化ビスマスを含む層を介在させることによって、酸化亜鉛バリスタの非線形な電流電圧特性を顕在化させる。

C. 酸化ビスマスを含む粒界層の非晶質化

- 先に示したとおり、酸化亜鉛単結晶の接合体の粒界に介在する酸化ビスマス層が結晶化した場合、接合体の機械的強度が損なわれる可能性がある。そこで、接  
1 0 合体の粒界層として、酸化ビスマスを含むガラス相を利用する。このガラス相の実現に当たっては、低融点という特徴をもつ酸化硼素を、接合界面に存在する酸化ビスマスを含む層に加えることによって粒界層のガラス化を促す。

(発明の効果)

- 酸化亜鉛バリスタ抵抗体は、極めて非線形性の高い電流・電圧特性をもち、高  
1 5 電圧ノイズに対して、その抵抗値が減少するという特徴を利用して、異常高電圧から回路を保護するという目的において使用される。酸化亜鉛／粒界／酸化亜鉛という接合界面において、約3ボルトの立ち上がり電圧において極めて高い非線形性がもたらされるという特徴を有しており、本発明がもたらす酸化亜鉛抵抗体では、焼結体、すなわち多結晶体の酸化亜鉛バリスタ素子と異なり、(酸化亜鉛  
2 0 ／粒界／酸化亜鉛)として規定される界面数を所望の値に設定することが可能であるため、ノイズ除去のためのバリスタ立ち上がり電圧を容易に調整可能である。

例えば、15ボルト動作しており、20ボルトの異常電圧に対して動作が保証され



1      ない電気・電子回路を保護するためには、立ち上がり電圧が2.8ボルトとなる（酸化亜鉛／粒界／酸化亜鉛）を6個直列に接続することによって、 $2.8 \times 6 = 16.8$ ボルト以上の異常電圧を吸収する保護回路を構成することが可能となる。

5      図面の簡単な説明

第1図は、本発明による、対向した酸化亜鉛単結晶の界面に、ビスマスと硼素を含む酸化物ガラス界面相を介在させることを特徴とする酸化亜鉛抵抗体の概略図である。第2図は、本発明による、対向した酸化亜鉛単結晶の界面に、ビスマスと硼素を含む酸化物ガラス界面相を介在させることを特徴とする酸化亜鉛抵抗体を平行に積層することによって製造される立ち上がり電圧を制御した酸化亜鉛抵抗体素子の概略図である。第3図は、本発明による、対向した酸化亜鉛単結晶の界面に、ビスマスと硼素を含む酸化物ガラス界面相を介在させることを特徴とする酸化亜鉛抵抗体を直列に接続することによって製造される立ち上がり電圧を制御した酸化亜鉛抵抗体素子の概略図である。第4図は、本発明による、対向した酸化亜鉛単結晶の界面に、ビスマスと硼素を含む酸化物ガラス界面相を介在させることを特徴とする酸化亜鉛抵抗体を製造するための典型的な工程図である。第5図は、実施例1で得られた酸化亜鉛抵抗体の室温における電流電圧特性を示すグラフである。第6図は、実施例2で得られた酸化亜鉛抵抗体の室温における電流電圧特性を示すグラフである。第7図は、一般的な酸化亜鉛バリスタの概略図である。第8図は、一般的な酸化亜鉛積層バリスタの概略図である。

20      （発明を実施するための最良の形態）

1 本発明は、(1) 対向するコバルト及びマンガンを固溶した酸化亜鉛単結晶の  
間にビスマスと硼素を主たる成分として含む酸化物を介在させた、(酸化亜鉛単  
結晶／ビスマス・硼素系酸化物界面層／酸化亜鉛単結晶) という構造を基本単位  
とする酸化亜鉛抵抗体であり、この酸化物界面層の存在によって非オーム性を付  
5 与した酸化亜鉛抵抗体、すなわち、酸化亜鉛バリスタ特性を示す抵抗体であって、  
硼素の添加によってビスマス・硼素系酸化物界面層に、ビスマスと硼素を含む酸  
化物ガラス相が形成されていることを特徴とする酸化亜鉛抵抗体である。

第1図に、バリスタ特性と呼ばれる特性を持つ非線形抵抗体であって、かつ対  
向する単結晶の接合によって、1つの粒界のみを持つ構造をもった抵抗体の構造  
10 を示す。ここで、コバルト及びマンガンは、先の非特許文献4に示されるとおり、  
非線形性の発現に必須と考えられる元素であり、これを固溶させた酸化亜鉛単結  
晶1A、1Bを電極2A、2B間で対向させることで粒界を形成する。

また、非特許文献3に示されるとおり、粒界にはビスマスを含む粒界層を析出  
させておくことにより高い非線形性が実現できることから、ビスマスを含む酸化  
15 物層3を界面層として配置する。しかし、ここで、対向する二つの単結晶の接合  
による抵抗体の機械的な強度、すなわち、剥離を抑止するという目的において、  
酸化物層3は、酸化ビスマスと酸化硼素を含むガラス相とし、接合強度を高める  
ことを特徴とする。

また、ビスマス、コバルト、マンガンを添加して酸化亜鉛系の非線形抵抗体を  
20 作製する場合において、アンチモン等の副添加物を加えることによって、特性の  
向上がもたらされることは既知の事実である。本発明で示す酸化亜鉛抵抗体の構  
造には、コバルト、マンガン、ビスマス、硼素を添加物として用いるが、それ以

1 外の副添加物を加えることを妨げるものではない。本発明は、対向する酸化亜鉛単結晶の接合部に、ビスマスと硼素を含む酸化物ガラス相を形成することを特徴とするものであり、対向させる酸化亜鉛単結晶に、コバルトやマンガン以外の副添加物を加えることの有無は、本発明において本質的なことではない。

5 本発明は、(2) 対向するコバルト及びマンガンを固溶した酸化亜鉛単結晶の間にビスマスと硼素を主たる成分として含む酸化物を介在させた、(酸化亜鉛単結晶／ビスマス・硼素系酸化物界面層／酸化亜鉛単結晶) という構造を基本単位とする酸化亜鉛抵抗体であり、この酸化物界面層の存在によって非オーム性を付与した酸化亜鉛抵抗体、すなわち、酸化亜鉛バリスタ特性を示す抵抗体であって、  
10 硼素の添加によってビスマス・硼素系酸化物界面層に、ビスマスと硼素を含む酸化物ガラス相が形成されていることを特徴とする酸化亜鉛抵抗体であって、当該抵抗体を構成する酸化亜鉛単結晶中に、亜鉛に対して0.5モル%以上のコバルトが固溶していることを特徴とする酸化亜鉛抵抗体である。

すなわち、非線形性の発現にコバルト添加が必要である。本発明のビスマス・  
15 硼素を主成分として含むガラス相を界面層とする酸化亜鉛抵抗体においても、特に、高い非線形性を実現する必要がある場合、対向させる酸化亜鉛単結晶には、0.5モル%以上のコバルトを固溶させた酸化亜鉛単結晶が望ましい。現実の抵抗体の製造に当たっては、使用する酸化亜鉛単結晶に元来含まれている不純物の種類、濃度を考慮し、所望の抵抗体としての特性を実現するための最適コバルト濃度を  
20 実験的に決定して、その最適濃度をもつ酸化亜鉛単結晶を供することが望ましい。しかし、酸化亜鉛中のコバルトの固溶量には、限界があり、その上限は、酸化亜鉛中のコバルトの固溶限界によって規定される。

1 本発明は、(3) 対向するコバルト及びマンガンを固溶した酸化亜鉛単結晶の  
間にビスマスと硼素を主たる成分として含む酸化物を介在させた、(酸化亜鉛単  
結晶／ビスマス・硼素系酸化物界面層／酸化亜鉛単結晶) という構造を基本単位  
とする酸化亜鉛抵抗体であり、この酸化物界面層の存在によって非オーム性を付  
5 与した酸化亜鉛抵抗体、すなわち、酸化亜鉛バリスタ特性を示す抵抗体であって、  
硼素の添加によってビスマス・硼素系酸化物界面層に、ビスマスと硼素を含む酸  
化物ガラス相が形成されていることを特徴とする酸化亜鉛抵抗体であって、当該  
抵抗体を構成する酸化亜鉛単結晶中に、亜鉛に対して0.05モル%以上のマンガン  
が固溶していることを特徴とする酸化亜鉛抵抗体である。

10 マンガンの添加により、粒界リーク電流の低減がもたらされるため、マンガ  
ンの添加によって、非線形性の向上がもたらされる。

本発明は、(4) 対向するコバルト及びマンガンを固溶した酸化亜鉛単結晶の  
間にビスマスと硼素を主たる成分として含む酸化物を介在させた、(酸化亜鉛単  
結晶／ビスマス・硼素系酸化物界面層／酸化亜鉛単結晶) という構造を基本単位  
15 とする酸化亜鉛抵抗体であり、この酸化物界面層の存在によって非オーム性を付  
与した酸化亜鉛抵抗体、すなわち、酸化亜鉛バリスタ特性を示す抵抗体であって、  
硼素の添加によってビスマス・硼素系酸化物界面層に、ビスマスと硼素を含む酸  
化物ガラス相が形成されていることを特徴とする酸化亜鉛抵抗体であって、5×5  
ミリで厚さ0.5ミリの酸化亜鉛単結晶を対向させて接合を形成するために使用す  
20 る硼素とビスマスの主たる成分として含む酸化物が、酸化物重量パーセント換算  
で $B_2O_3$ が37.0～22.7wt%、 $Co_2O_3$ が3.8～1.9wt%、 $MnO_2$ が5.7～1.6wt%、残りが酸化  
ビスマスとなる様に調製されたガラスであることを特徴とする酸化亜鉛抵抗体で

1 ある。

ここでは、一般に市販されている酸化亜鉛単結晶で典型的な寸法である0.5  
ミリ厚さの酸化亜鉛単結晶を5×5ミリの寸法に切り出して酸化亜鉛抵抗体の製造  
に供する場合に有効である界面層の組成を示す。当該組成を利用することで、良  
5 好な接合状態と非線形性が実現可能であるが、使用する酸化亜鉛単結晶の厚さ、  
または、接合に供する酸化亜鉛単結晶に元来固溶している元素の種類と固溶量、  
さらに、接合体に求められる抵抗特性等によって適切な組成を選定できる。また、  
接合のための処理温度や処理時間も同様に適切な条件を適宜選定できる。

本発明は、(5) 対向するコバルト及びマンガンを固溶した酸化亜鉛単結晶の  
1 0 間にビスマスと硼素を主たる成分として含む酸化物を介在させた、(酸化亜鉛単  
結晶／ビスマス・硼素系酸化物界面層／酸化亜鉛単結晶) という構造を基本単位  
とする酸化亜鉛抵抗体であり、この酸化物界面層の存在によって非オーム性を付  
与した酸化亜鉛抵抗体、すなわち、酸化亜鉛バリスタ特性を示す抵抗体であって、  
硼素の添加によってビスマス・硼素系酸化物界面層に、ビスマスと硼素を含む酸  
1 5 化物ガラス相が形成されていることを特徴とする酸化亜鉛抵抗体であって、酸化  
亜鉛バリスタの性能の指標とされる $\alpha$ 値において20以上の値を示すことを特徴  
とする酸化亜鉛抵抗体である。

すなわち、対向する酸化亜鉛単結晶へのコバルトとマンガンの固溶、さらに、  
その接合体の粒界層にビスマスと硼素を含む酸化物ガラス相を介在させることに  
2 0 よって得られる酸化亜鉛抵抗体であり、特に、この構造によって、酸化亜鉛バリ  
スタの性能の指標とされる $\alpha$ 値において20以上の値を示すことを特徴とする酸  
化亜鉛抵抗体である。

1 本発明は、(6) 対向するコバルト及びマンガンを固溶した酸化亜鉛単結晶の  
間にビスマスと硼素を主たる成分として含む酸化物を介在させた、(酸化亜鉛単  
結晶／ビスマス・硼素系酸化物界面層／酸化亜鉛単結晶) という構造を基本単位  
とする酸化亜鉛抵抗体であり、この酸化物界面層の存在によって非オーム性を付  
5 与した酸化亜鉛抵抗体、すなわち、酸化亜鉛バリスタ特性を示す抵抗体であって、  
硼素の添加によってビスマス・硼素系酸化物界面層に、ビスマスと硼素を含む酸  
化物ガラス相が形成されていることを特徴とする酸化亜鉛抵抗体であって、(酸  
化亜鉛単結晶／ビスマス・硼素系酸化物界面層／酸化亜鉛単結晶) というひとつ  
の基本構造に対して、酸化亜鉛バリスタの性能の指標とされる立ち上がり電圧に  
10 において $2.9 \pm 0.3$ ボルトであることを特徴とする酸化亜鉛抵抗体である。

本発明は、(7) 対向するコバルト及びマンガンを固溶した酸化亜鉛単結晶の  
間にビスマスと硼素を主たる成分として含む酸化物を介在させた、(酸化亜鉛単  
結晶／ビスマス・硼素系酸化物界面層／酸化亜鉛単結晶) という構造を基本単位  
とする酸化亜鉛抵抗体であり、この酸化物界面層の存在によって非オーム性を付  
15 与した酸化亜鉛抵抗体、すなわち、酸化亜鉛バリスタ特性を示す抵抗体であって、  
硼素の添加によってビスマス・硼素系酸化物界面層に、ビスマスと硼素を含む酸  
化物ガラス相が形成されていることを特徴とする酸化亜鉛抵抗体に関するもので  
あって、(酸化亜鉛単結晶／ビスマス・硼素酸化物界面層) を $n$ 層繰り返した後  
に、最後に酸化亜鉛単結晶を積層させ、その結果として $(n+1)$ 層の酸化亜鉛単結  
20 晶と、 $n$ 層のビスマス・硼素酸化物界面層からなる酸化亜鉛抵抗体であって、酸  
化亜鉛バリスタの性能の指標とされる立ち上がり電圧において $(2.9 \pm 0.3)_n$ ボルト  
であることを特徴とする酸化亜鉛抵抗体である。

すなわち、単一の接合に対して、 $2.9 \pm 0.3$ ボルトの立ち上がり電圧が実現され、図2に示すように、この接合体を $n$ 層積層することによって、任意の立ち上がり電圧を持つ酸化亜鉛抵抗体を実現する。

本発明は、(8) 対向するコバルト及びマンガンを固溶した酸化亜鉛単結晶の間にビスマスと硼素を主たる成分として含む酸化物を介在させた、(酸化亜鉛単結晶／ビスマス・硼素系酸化物界面層／酸化亜鉛単結晶) という構造を基本単位とする酸化亜鉛抵抗体であり、この酸化物界面層の存在によって非オーム性を付与した酸化亜鉛抵抗体、すなわち、酸化亜鉛バリスタ特性を示す抵抗体であって、硼素の添加によってビスマス・硼素系酸化物界面層に、ビスマスと硼素を含む酸化物ガラス相が形成されていることを特徴とする酸化亜鉛抵抗体であって、(酸化亜鉛単結晶／ビスマス・硼素系酸化物界面層／酸化亜鉛単結晶) という構造を持つ酸化亜鉛抵抗体であって、その酸化亜鉛バリスタの性能の指標とされる立ち上がり電圧において $X$ ボルトであることを特徴とする酸化亜鉛抵抗体を $n$ 個用意し、この $n$ 個の抵抗体を直列に接続することによって、該直列接続体全体におけるバリスタ特性の指標となる立ち上がり電圧が、 $nX$ ボルトとなることを特徴とする酸化亜鉛抵抗体接続体である。

すなわち、単一の接合に対して、 $2.9 \pm 0.3$ ボルトの立ち上がり電圧が実現され、第3図に示すように、この接合体をリード線4により積層することによって、任意の立ち上がり電圧を持つ酸化亜鉛抵抗体を実現することが可能である。

本発明は、(9) ビスマスと硼素を含む酸化物を、対向させた酸化亜鉛単結晶の間に配置して構成される(酸化亜鉛単結晶／ガラス相を構成する組成物／酸化亜鉛単結晶) というサンドイッチ構造に対して、ビスマスと硼素を含む該酸化物が

1 溶融するに足る高温にて保持し急冷することで、酸化亜鉛単結晶対をガラス相を  
介在させて接合することによって上記（１）～（７）のいずれかの酸化亜鉛抵抗  
体を得るための酸化亜鉛抵抗体製造法である。

5 ここで、ビスマスと硼素を含む酸化物を対向させた酸化亜鉛単結晶の間に配置  
して構成される（酸化亜鉛単結晶／ガラス相を構成する組成物／酸化亜鉛単結晶  
）というサンドイッチ構造の構成方法には、複数の手段が選択可能である。第４  
図に、この工程を示す。まず、予め所望のガラス相を形成するに適当な原料を白  
金るつぼ等のるつぼを用いて溶融ガラス化し、粉碎してガラスを得る方法がある。  
一方、所望のガラス相となるべき組成物を接合に供する酸化亜鉛単結晶上に配置  
10 し、るつぼを用いることなく、酸化亜鉛単結晶をガラス合成の皿として利用する  
方法である。前者の場合、得られたガラス相を接合しようとする酸化亜鉛単結晶  
板の間に配置して熱処理することによって接合を形成する。後者の場合、ガラス  
化した組成物が付着している酸化亜鉛単結晶を対向して設置して熱処理すること  
によって、接合を形成する。

15 ここでは、サンドイッチ構造体を高温で熱処理してガラスを溶融して接合を形  
成するに際しての熱処理時間に制限を与えない。これは、ガラスが均質するに足  
る十分な熱処理時間を与えることを必要とするが、さらに長時間の処理を施すこ  
とにより、ガラス成分と酸化亜鉛単結晶との間の反応が誘起され、ガラス成分へ  
の酸化亜鉛の溶け出しが起こるため、現実には、予め上記の方法にてガラス粉末  
20 を作製しておき、そのガラスが溶融するに足る高温にて、３～１２時間ほどの溶  
融時間をおき、その後に急冷することが望ましい。

何れの工程を経た場合にあっても、先に示した酸化亜鉛抵抗体の構造を実現す



1        が必要があり、酸化亜鉛との濡れ性によってそのガラス相の組成の最適化を施す  
ことが望ましい。例えば、ビスマスと硼素を含むガラス相を合成し、これを酸化  
亜鉛単結晶上でひとたび熔融し急冷固化させることによって、酸化亜鉛とガラス  
液滴との接合体を形成する。この接合体から当該ガラスと酸化亜鉛単結晶との接  
5        触角を見積り、この接触角が5度以下となるガラスを選択することが望ましい。

      また、上記製造法では、ガラス中にコバルト及びマンガンを加えるか否かを特  
定していない。接合に供する酸化亜鉛単結晶が薄板である場合、接合体の粒界層  
となるべきガラス成分に予めコバルト及びマンガンを添加しておき、サンドイッ  
チ構造を高温で処理してガラスを熔融して接合を形成するに際して、同時に酸化  
10        亜鉛単結晶中にコバルト及びマンガンを拡散せしめることも可能である。

      一方、接合に供する酸化亜鉛単結晶が厚板である場合、接合のための熱処理時  
間の範疇では、融液から酸化亜鉛へのコバルトとマンガンの拡散が不十分となる  
虞れがある。そのため、酸化亜鉛単結晶の厚さにかかわらず、上記製造法を実施  
するに当たっては、予め、コバルトとマンガンを拡散させた酸化亜鉛単結晶を利  
15        用して、ガラス相となる成分とともにサンドイッチ構造を形成し、これを高温で  
処理することによって接合を形成することが望ましい。

      ただし、上記製造法は、典型的な製造法であり、他の製造法を経た場合であっ  
ても、対向するコバルト及びマンガンを固溶した酸化亜鉛単結晶の間にビスマス  
と硼素を主たる成分として含む酸化物を介在させた、（酸化亜鉛単結晶／ビスマ  
20        ス・硼素系酸化物層／酸化亜鉛単結晶）という構造を基本単位とする酸化亜鉛抵  
抗体であり、この酸化物層の存在によって非オーム性を付与した酸化亜鉛抵抗体、  
すなわち、酸化亜鉛バリスタ特性を示す抵抗体であって、硼素の添加によってビ

1 スマス・硼素系酸化物界面層に、ビスマスと硼素を含む酸化物ガラス相が形成されていることを特徴とする酸化亜鉛抵抗体を製造することは可能である。

したがって、本発明の対向するコバルト及びマンガンを固溶した酸化亜鉛単結晶の間にビスマスと硼素を主たる成分として含む酸化物を介在させた、（酸化亜鉛単結晶／ビスマス・硼素系酸化物層／酸化亜鉛単結晶）という構造を基本単位とする酸化亜鉛抵抗体であり、この酸化物層の存在によって非オーム性を付与した酸化亜鉛抵抗体、すなわち、酸化亜鉛バリスタ特性を示す抵抗体であって、硼素の添加によってビスマス・硼素系酸化物界面層に、ビスマスと硼素を含む酸化物ガラス相が形成されていることを特徴とする酸化亜鉛抵抗体の構造は、その製造方法によって限定されるものではない。

本発明は、（10）予め、酸化亜鉛単結晶を酸化コバルト塊と接触させ、酸化コバルト塊から酸化亜鉛単結晶へのコバルトの侵入が実現されるに足る高温で拡散反応を誘起させることにより、酸化コバルト塊から酸化亜鉛単結晶中にコバルトを拡散させ、0.5モル%以上のコバルト濃度になるように調整された酸化亜鉛単結晶を作製し、ビスマスと硼素を含む酸化物を、対向させた該コバルト添加酸化亜鉛単結晶の間に配置して構成される（酸化亜鉛単結晶／ガラス相を構成する組成物／酸化亜鉛単結晶）というサンドイッチ構造に対して、ビスマスと硼素を含む該酸化物が溶融するに足る高温にて保持し急冷することで、酸化亜鉛単結晶対をガラス相を介在させて接合することによって上記（1）～（7）のいずれかの酸化亜鉛抵抗体を得るための酸化亜鉛抵抗体製造法である。

すなわち、本発明による酸化亜鉛抵抗体を製造するにあたり、特性を高めるためには、接合形成に供する酸化亜鉛単結晶中のコバルト濃度を所望の濃度に調整

1 1 する必要がある。これに際し、コバルトが含まれていない市販の酸化亜鉛単結晶  
2 2 を利用するためには、単結晶に適当量のコバルトを導入する手段が必要である。  
3 3 このコバルトの導入においては、酸化亜鉛単結晶の表面構造を荒らすことなく高  
4 4 濃度のコバルトを導入することが望ましい。

5 5 そのためには、酸化コバルトを主成分とする塊を用意し、コバルトを拡散させ  
6 6 ようとする酸化亜鉛単結晶と接触させ、これを高温で保持して酸化亜鉛単結晶に  
7 7 コバルトを導入する方法が簡便である。コバルトの導入量を非破壊で検討するた  
8 8 めには、光吸収スペクトルの測定が簡便であり、予め検量線を作製しておくこと  
9 9 で、光吸収スペクトルからコバルト添加量を見積もることが可能である。

10 10 本発明は、(11) 上記(9) 又は(10) の酸化亜鉛抵抗体製造法であって、  
11 11 5×5ミリで厚さ0.5ミリの酸化亜鉛単結晶を対向させて接合を形成するために使  
12 12 用する硼素とビスマスの主たる成分として含む酸化物ガラスが、酸化物重量パー  
13 13 セント換算で $B_2O_3$ が37.0～22.7wt%、 $Co_2O_3$ が3.8～1.9wt%、 $MnO_2$ が5.7～1.6wt%、  
14 14 残りが酸化ビスマスとなる様に調製されたガラスであることを特徴とする酸化亜  
15 15 鉛抵抗体の製造法である。

16 16 すなわち、ガラス相に含まれるコバルト、ビスマス、マンガン、硼素の量は、  
17 17 対向して接合させる酸化亜鉛単結晶の寸法、そこに予め含まれている添加物の種  
18 18 類と量によってその最適値が変化する。そのため、ここに示した例は、あくまで、  
19 19 5×5ミリで厚さ0.5ミリの酸化亜鉛単結晶に対して得られた、非線形抵抗体を製  
20 20 造可能な組成であり、この組成は、必ずしも、本発明による、ビスマスと硼素を  
含む酸化物ガラス相を界面層とした酸化亜鉛抵抗体の全てに対して適応可能な値  
ではない。

1 本発明は、(12) 上記(9)～(11)のいずれかの酸化亜鉛抵抗体製造法  
であって、対向する鏡面研磨された平坦な酸化亜鉛単結晶の間に介在させるビス  
マス・硼素を主成分とするガラスの量として、ガラス中に含まれるビスマスの量  
に換算して、そのビスマスの量と、対向する酸化亜鉛単結晶のモル比が1.2モル%  
5 となる様に調整することを特徴とする酸化亜鉛抵抗体製造法である。

ここでは、対向させる酸化亜鉛単結晶が鏡面研磨されたものである場合のガラ  
ス相の総量についての好ましい値を提供する。しかし、接合のためのガラス相の  
総量は、接合しようとする酸化亜鉛単結晶の平坦さ、すなわち、表面積によって、  
最適化されることが望ましく、実際の製造に当たっては、上記の推奨されるビス  
10 マス量を参照して、最適のビスマス量を決定してから製造を実施することが望ま  
しい。

(実施例)

#### 実施例 1

酸化亜鉛単結晶を酸化コバルト焼結体に接触させ、酸素気流中、1200℃で、3  
15 時間拡散させることで、コバルト添加酸化亜鉛単結晶を製造した。この際、コバ  
ルト固溶量は光スペクトルから約1at%と推定された。次に、酸化硼素0.8772 g、  
酸化ビスマス8.8068 g、酸化コバルト0.1517 g、酸化マンガン0.16431 gを秤量、  
混合し、白金るつぼに充填して、900℃、酸素気流中にて熔融し、その後、るつぼ  
から熔融物を流し出し、固化させて、ビスマスと硼素を含む酸化物ガラスを得た。  
20 該ガラスを粉碎した後に、先に製造したコバルト添加酸化亜鉛単結晶(5×5×0.  
5ミリ)の上に振りかけ、さらにその上から酸化物亜鉛単結晶を重ね合わせてサン  
ドイッチ構造とした。

1 このサンドイッチ構造を、特に加圧することなく、酸素気流中、1000℃において、12時間加熱し、その後、室温まで、約5時間で冷却して、酸化亜鉛抵抗体を製造した。マンガンは酸化亜鉛単結晶に拡散により固溶した。こうして得られた酸化亜鉛抵抗体は、第5図に示すような $\alpha=20$ の電流電圧特性を示す酸化亜鉛抵抗体として製造された。

## 実施例 2

酸化亜鉛単結晶を酸化コバルト焼結体に接触させ、酸素気流中、1200℃で、12時間拡散させることで、コバルト添加酸化亜鉛単結晶を製造した。次に、酸化硼素0.8772 g、酸化ビスマス8.8068 g、酸化コバルト0.1517 g、酸化マンガン0.16431 gを秤量、混合し、白金るつぼに充填して、900℃、酸素気流中にて熔融し、その後、るつぼから熔融物を流し出し、固化させて、ビスマスと硼素を含む酸化物ガラスを得た。該ガラスを粉碎した後に、先に製造したコバルト添加酸化亜鉛単結晶（5×5×0.5ミリ）の上に振りかけ、さらにその上から酸化物亜鉛単結晶を重ね合わせてサンドイッチ構造とした。

15 このサンドイッチ構造を、特に加圧することなく、酸素気流中1000℃において4時間加熱し、その後、室温まで約5時間で冷却して、酸化亜鉛抵抗体を製造した。マンガンは酸化亜鉛単結晶に拡散により固溶した。こうして得られた酸化亜鉛抵抗体は、第6図に示すような $\alpha=26$ の電流電圧特性を示す酸化亜鉛抵抗体として製造された。

## 20 比較例 1

酸化ビスマス9.5762 g、酸化コバルト0.2749 g、酸化マンガン0.1489 gを秤量、混合し、白金るつぼに充填して、900℃、酸素気流中にて熔融し、その後、るつぼ

1 から熔融物を流し出し、固化させて、ビスマスを含むが、硼素を含まない酸化物  
を得た。該酸化物は、X線回折測定をしたところ、結晶相であることが確認され  
た。このビスマスを含む酸化物粉末を粉碎した後に、先に製造したコバルト添加  
酸化亜鉛単結晶（ $5 \times 5 \times 0.5$ ミリ）の上に振りかけ、さらにその上から酸化亜鉛  
5 単結晶を重ね合わせてサンドイッチ構造とした。

このサンドイッチ構造を、特に加圧することなく、酸素気流中 $1000^{\circ}\text{C}$ において  
1時間加熱し、その後、室温まで約5時間で冷却して、酸化亜鉛抵抗体を製造した。  
しかし、同抵抗体に対して、先の実施例1および実施例2と同様の特性測定を試  
みたところ、測定準備中にその接合強度の弱さから剥離してしまった。これは、  
10 界面層に硼素を添加していないために、界面層が多結晶の結晶質となり、界面層  
中に結晶粒界やクラックが形成され、これが原因となって機械的強度が劣化した  
ためと考えられる。

#### 比較例2

酸化硼素 $0.6018\text{ g}$ 、酸化ビスマス $9.3982\text{ g}$ を秤量、混合し、白金るつぽに充填  
15 して、 $900^{\circ}\text{C}$ 、酸素気流中にて熔融し、その後、るつぽから熔融物を流し出し、  
固化させて、ビスマスと硼素を含む酸化物ガラスを得た。該ガラスを、粉碎した  
後にコバルト拡散処理を施していない酸化亜鉛単結晶（ $5 \times 5 \times 0.5$ ミリ）の上に  
振りかけ、さらにその上から酸化亜鉛単結晶を重ね合わせてサンドイッチ構造と  
した。

20 このサンドイッチ構造を、特に加圧することなく、酸素気流中 $1000^{\circ}\text{C}$ において  
4時間加熱し、その後、室温まで約5時間で冷却して、酸化亜鉛抵抗体を製造した。  
先の実施例1および実施例2と同様の特性測定を試みたところ、コバルト濃度が

- 1 不足していたため、非線形な電流電圧特性は観測されず、線形な電流電圧特性が得られた。

#### 産業上の利用可能性

- 5 本発明がもたらす酸化亜鉛抵抗体は、避雷針に代表される高電圧応用のバリスタとは異なり、特に、低電圧バリスタとして応用することが可能であり、電子部品に対する低電圧ノイズの除去に活用可能である。

1 0

1 5

2 0

## 請求の範囲

1 請求の範囲第1項に記載の酸化亜鉛単結晶の間にビスマスと  
5 硼素を主たる成分として含む酸化物を介在させた、（酸化亜鉛単結晶／ビスマス・硼素系酸化物界面層／酸化亜鉛単結晶）という構造を基本単位とする酸化亜鉛抵抗体であり、この酸化物界面層の存在によって非オーム性を付与した酸化亜鉛抵抗体、すなわち、酸化亜鉛バリスタ特性を示す抵抗体であって、硼素の添加によってビスマス・硼素系酸化物界面層に、ビスマスと硼素を含む酸化物ガラス相が形成されていることを特徴とする酸化亜鉛抵抗体。

10 2. 請求の範囲第1項記載の酸化亜鉛抵抗体であって、当該抵抗体を構成する対向する酸化亜鉛単結晶中に、亜鉛に対して0.5モル%以上のコバルトが固溶していることを特徴とする酸化亜鉛抵抗体。

15 3. 請求の範囲第1項に記載の酸化亜鉛抵抗体であって、当該抵抗体を構成する対向する酸化亜鉛単結晶中に、亜鉛に対して0.05モル%以上のマンガンが固溶していることを特徴とする酸化亜鉛抵抗体。

20 4. 請求の範囲第1項に記載の酸化亜鉛抵抗体であって、5×5ミリで厚さ0.5ミリの酸化亜鉛単結晶を対向させて接合を形成するために使用する硼素とビスマスを主たる成分として含む酸化物が、酸化物重量パーセント換算で $B_2O_3$ が37.0～22.7 wt%、 $Co_2O_3$ が3.8～1.9wt%、 $MnO_2$ が5.7～1.6wt%、残りが酸化ビスマスとなる様に調製されたガラスであることを特徴とする酸化亜鉛抵抗体。

5. 請求の範囲第1項に記載の酸化亜鉛抵抗体であって、酸化亜鉛バリスタの性能の指標とされる $\alpha$ 値において20以上の値を示すことを特徴とする酸化亜鉛抵抗体。



1 抗体。

6. 請求の範囲第1項に記載の酸化亜鉛抵抗体であって、（酸化亜鉛単結晶／ビスマス・硼素系酸化物界面層／酸化亜鉛単結晶）というひとつの基本構造に対して、酸化亜鉛バリスタの性能の指標とされる立ち上がり電圧において $2.9 \pm 0.3$ ボルトであることを特徴とする酸化亜鉛抵抗体。

7. 請求の範囲第1項に記載の酸化亜鉛抵抗体であって、（酸化亜鉛単結晶／ビスマス・硼素酸化物界面層）を $n$ 層繰り返した後に、最後に酸化亜鉛単結晶を積層させ、その結果として $(n+1)$ 層の酸化亜鉛単結晶と、 $n$ 層のビスマス・硼素酸化物界面層からなる酸化亜鉛抵抗体であって、酸化亜鉛バリスタの性能の指標とされる立ち上がり電圧において $(2.9 \pm 0.3)n$ ボルトであることを特徴とする酸化亜鉛抵抗体。

8. 請求の範囲第1項に記載の（酸化亜鉛単結晶／ビスマス・硼素酸化物界面層／酸化亜鉛単結晶）という構造を持つ酸化亜鉛抵抗体であって、その酸化亜鉛バリスタの性能の指標とされる立ち上がり電圧において $X$ ボルトであることを特徴とする酸化亜鉛抵抗体を $n$ 個用意し、この $n$ 個の抵抗体を直列に接続することによって、該直列接続体全体におけるバリスタ特性の指標となる立ち上がり電圧が、 $nX$ ボルトとなることを特徴とする酸化亜鉛抵抗体接続体。

9. ビスマスと硼素を含む酸化物を、対向させた酸化亜鉛単結晶の間に配置して構成される（酸化亜鉛単結晶／ガラス相を構成する組成物／酸化亜鉛単結晶）というサンドイッチ構造に対して、ビスマスと硼素を含む該酸化物が熔融するに足る高温にて保持し急冷することで、酸化亜鉛単結晶対を酸化物界面層ガラス相を介在させて接合することを特徴とする請求の範囲第1項に記載の酸化亜鉛抵抗体

1       を得るための酸化亜鉛抵抗体製造法。

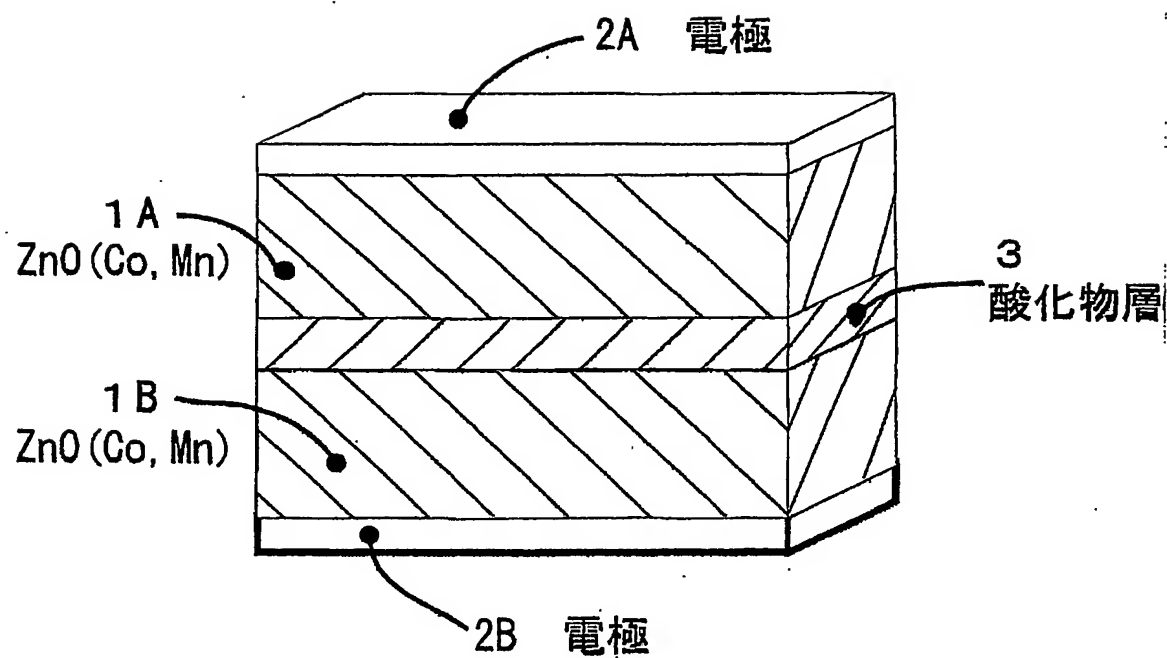
10       10. 予め、酸化亜鉛単結晶を酸化コバルト塊と接触させ、酸化コバルト塊から酸化亜鉛単結晶へのコバルトの侵入が実現されるに足る高温で拡散反応を誘起させることにより、酸化コバルト塊から酸化亜鉛単結晶中にコバルトを拡散させ、  
5       0.5モル%以上のコバルト濃度になるように調整された酸化亜鉛単結晶を作製し、ここで得られたコバルト含有酸化亜鉛単結晶を請求の範囲第9項に記載の酸化亜鉛抵抗体の製造に供することを特徴とする酸化亜鉛抵抗体製造法。

11       11. 請求の範囲第9項に記載の製造法であって、5×5ミリで厚さ0.5ミリの酸化亜鉛単結晶を対向させて接合を形成するために使用する硼素とビスマスを中心  
10       る成分として含む酸化物ガラスが、酸化物重量パーセント換算で $B_2O_3$ が37.0～22.7wt%、 $Co_2O_3$ が3.8～1.9wt%、 $MnO_2$ が5.7～1.6wt%、残りが酸化ビスマスとなる様に調製されたガラスであることを特徴とする酸化亜鉛抵抗体の製造法。

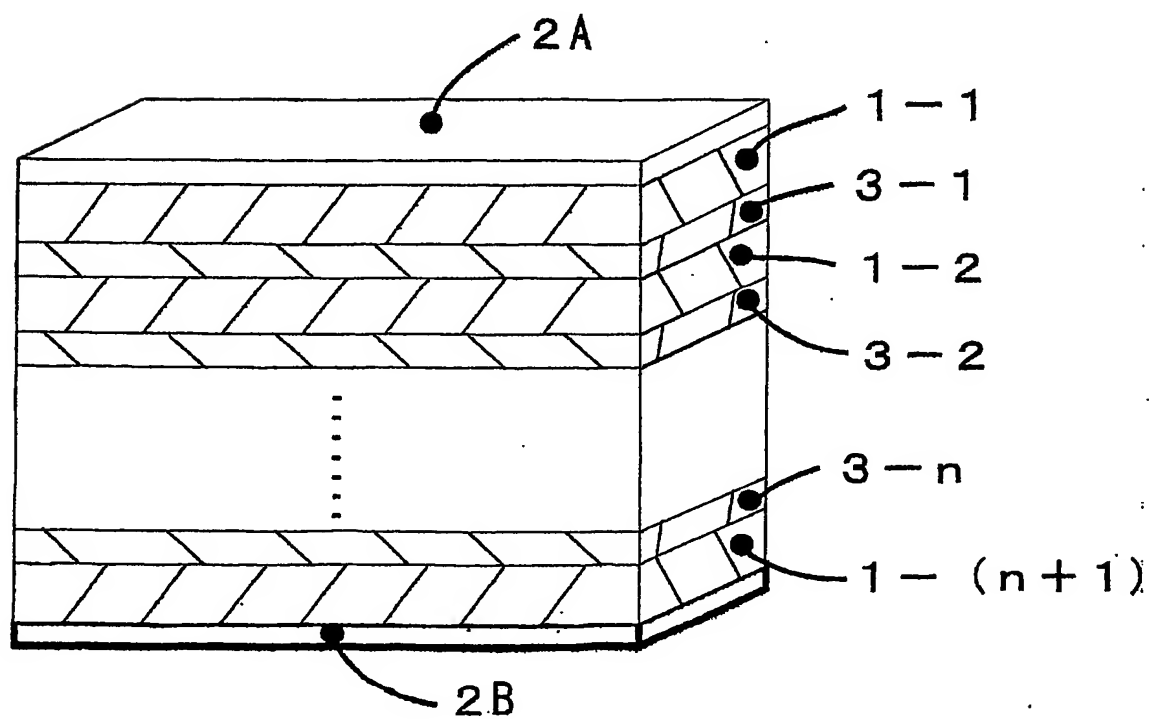
12       12. 請求の範囲第9項に記載の製造法であって、対向する鏡面研磨された平坦な酸化亜鉛単結晶の間に介在させるビスマス・硼素を主成分とするガラスの量と  
15       して、ガラス中に含まれるビスマスの量に換算して、そのビスマスの量と、対向する酸化亜鉛単結晶のモル比が1.2モル%となる様に調整することを特徴とする酸化亜鉛抵抗体製造法。

1/6

第1図

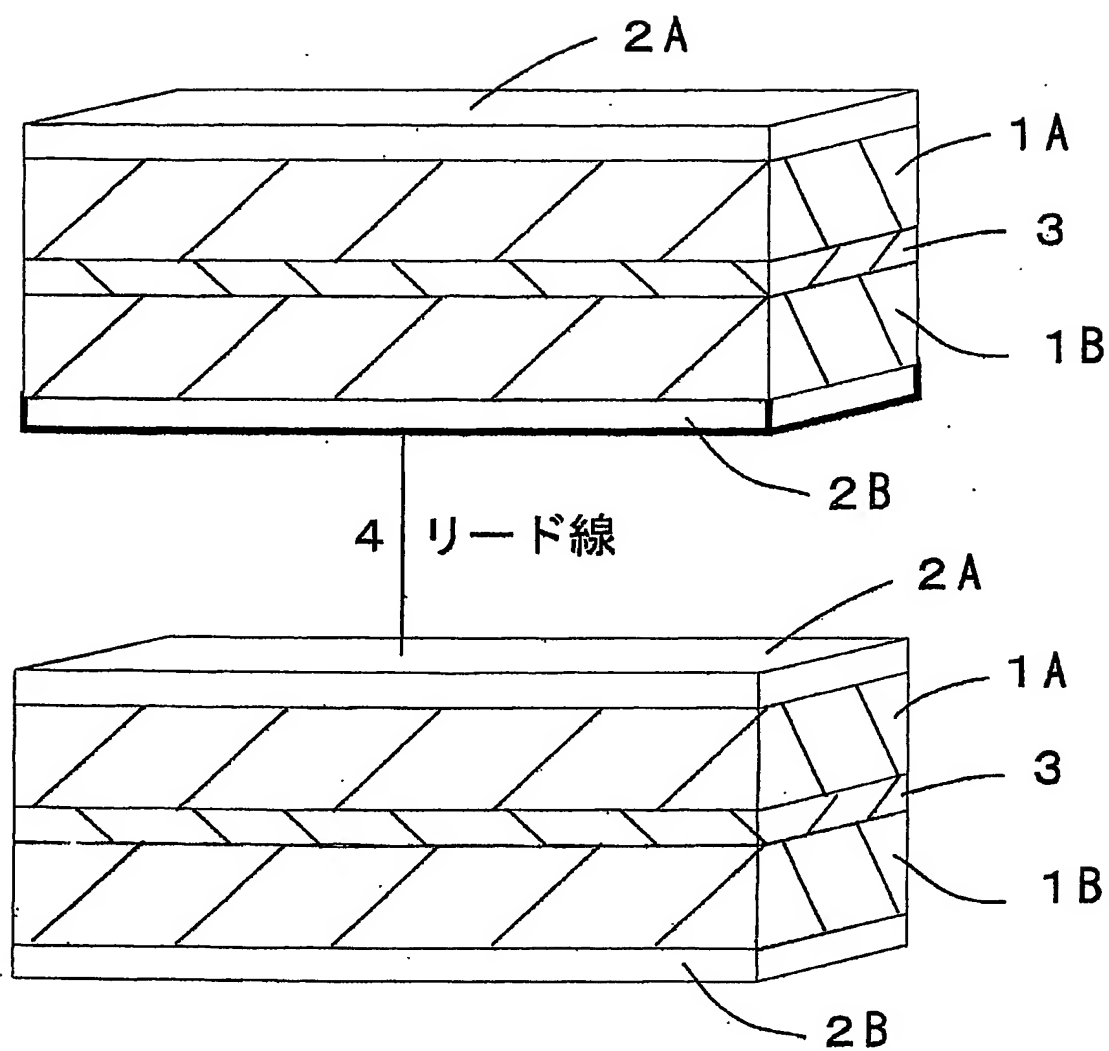


第2図

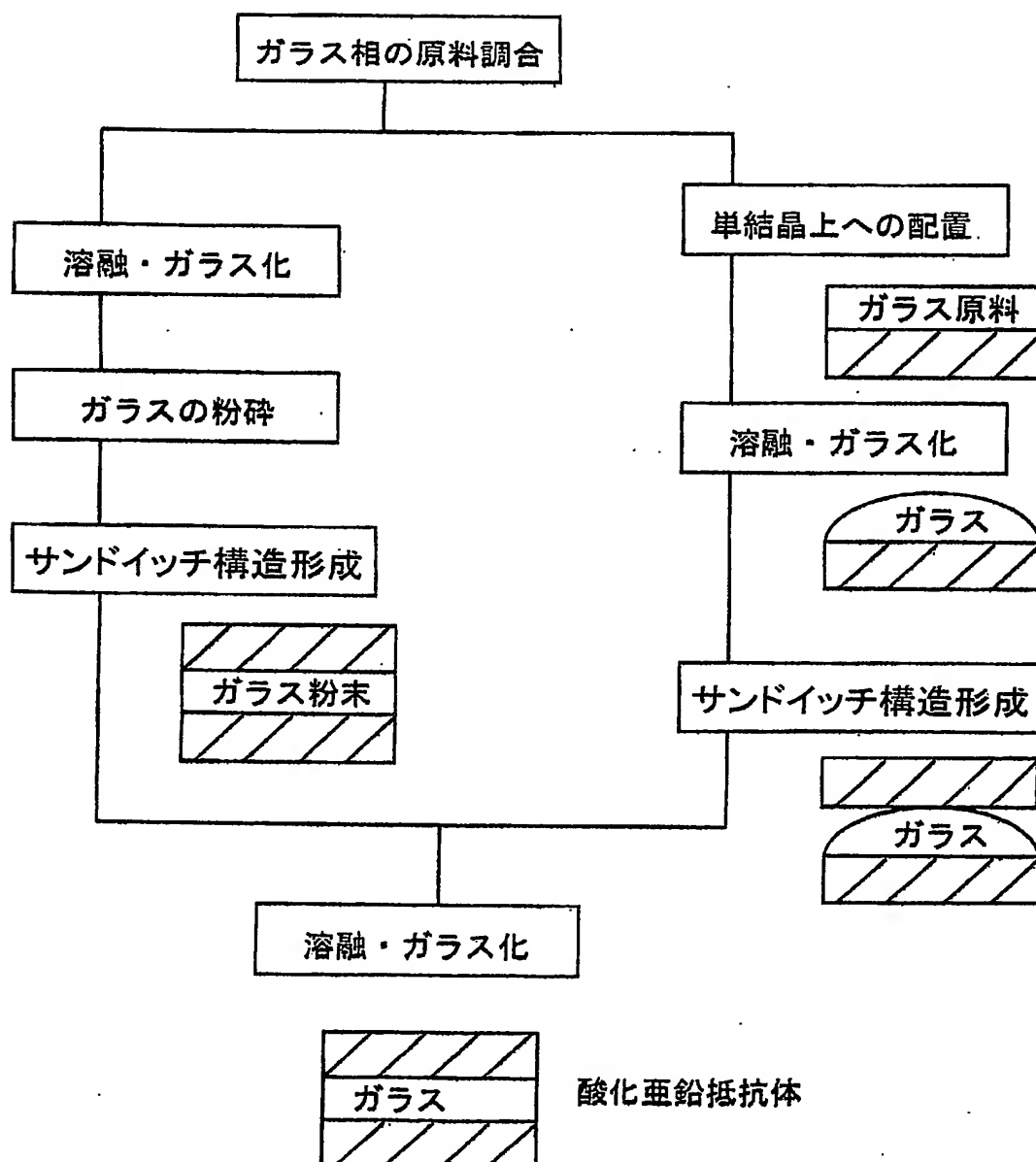


2/6

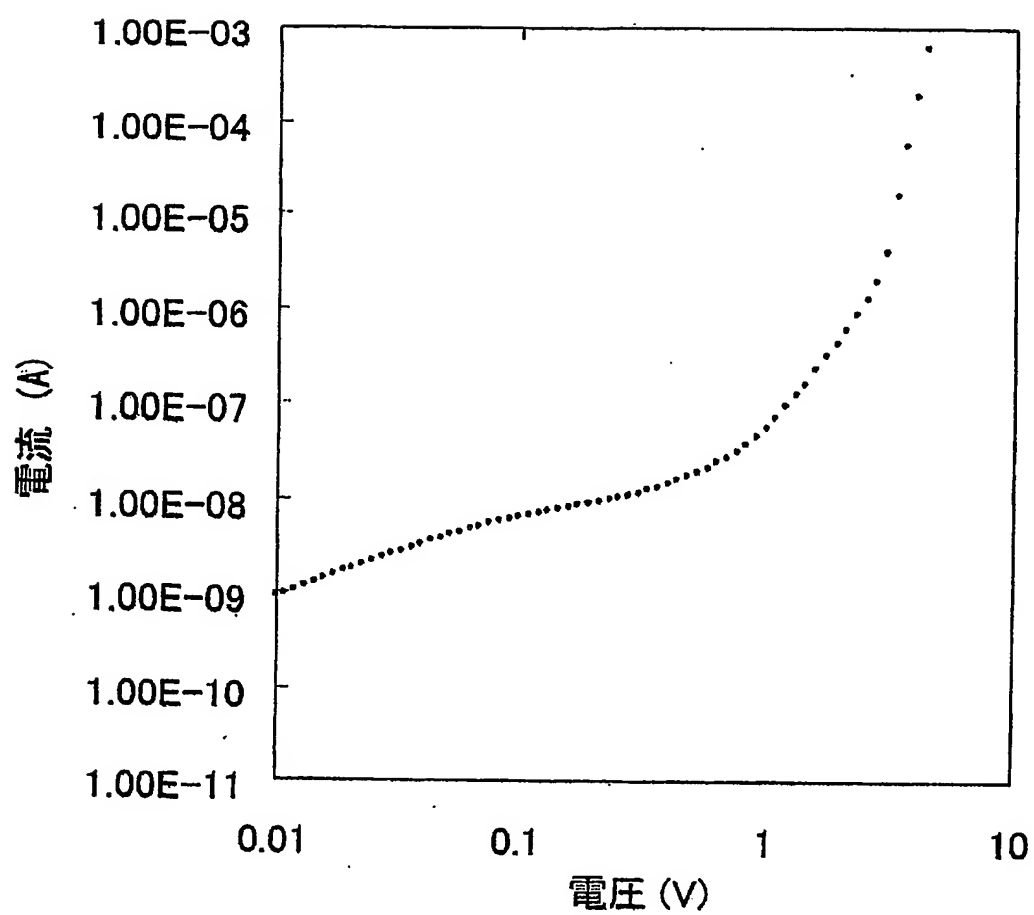
第3図



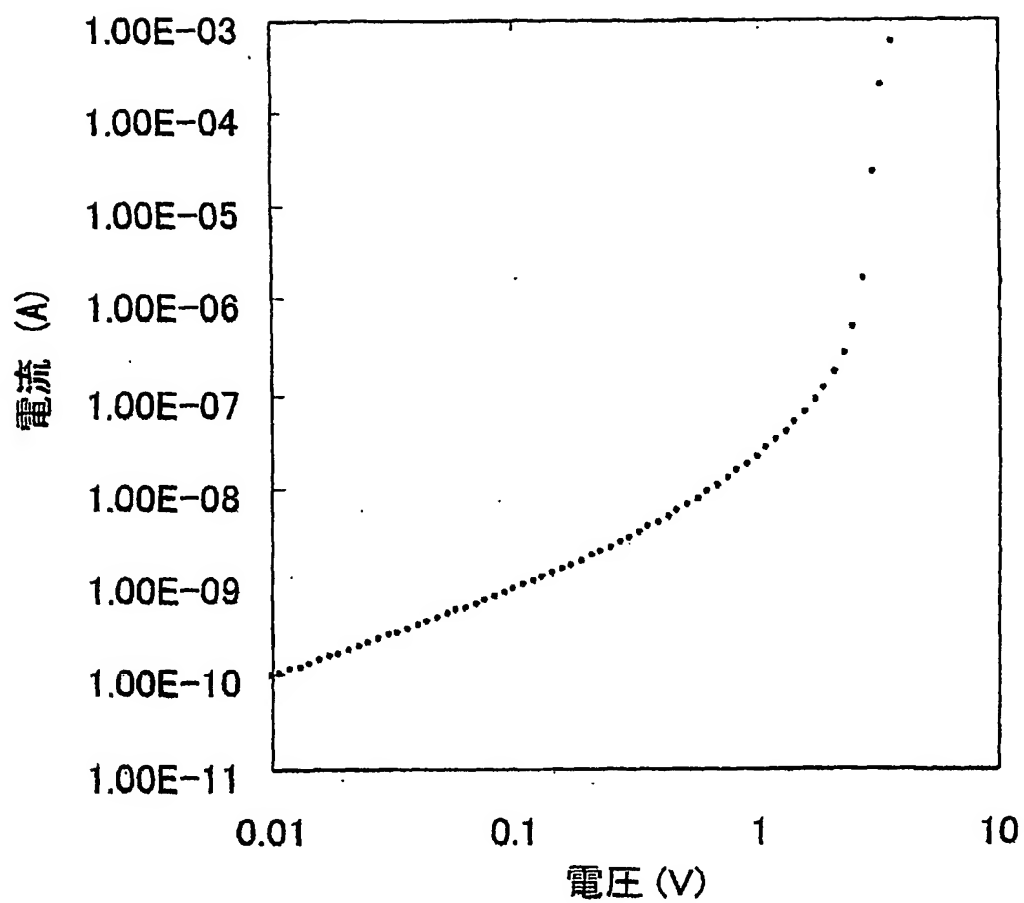
第4図



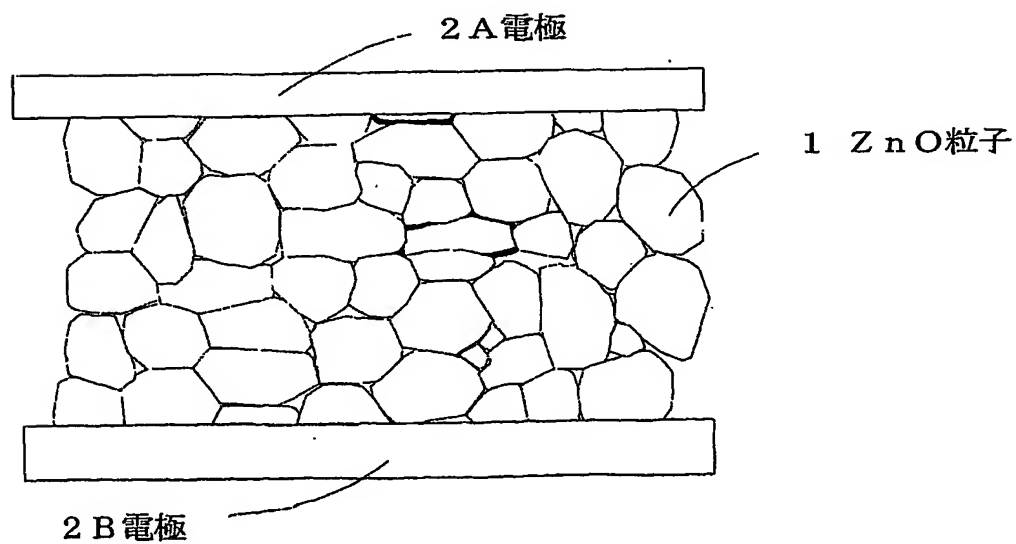
第 5 図



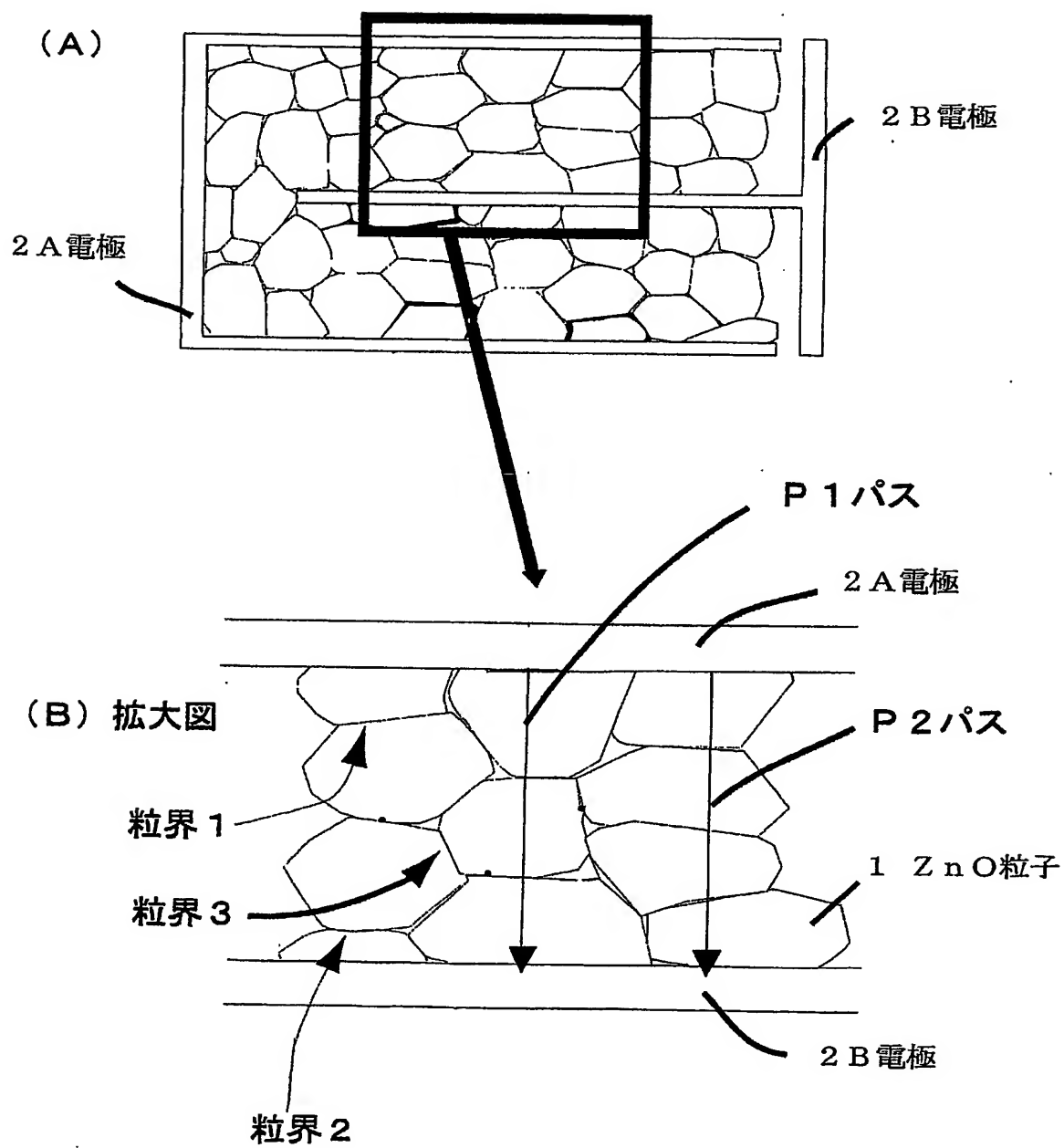
第6図



第7図



第8図





## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/15448

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl.<sup>7</sup> H01C7/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl.<sup>7</sup> H01C7/10Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
JOIS

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2000-228302 A (Atsushi IGA),	1-3, 6-10
Y	15 August, 2000 (15.08.00),	5
A	Full text; all drawings (Family: none)	4, 11, 12
Y	JP 2-219203 A (Fuji Electric Co., Ltd.),	5
	31 August, 1990 (31.08.90),	
	Full text; all drawings (Family: none)	

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	understand the principle or theory underlying the invention
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  
01 March, 2004 (01.03.04)Date of mailing of the international search report  
16 March, 2004 (16.03.04)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. H01C 7/10

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. H01C 7/10

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)  
 JOIS

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y A	JP 2000-228302 A (伊賀篤志) 2000. 08. 15, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-3, 6-10 5 4, 11, 12
Y	JP 2-219203 A (富士電機株式会社) 1990. 0 8. 31, 全文, 全図 (ファミリーなし)	5

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

01. 03. 2004

国際調査報告の発送日

16. 3. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

重田 尚郎

5 R

9298

電話番号 03-3581-1101 内線 3565